

## Инструкция по подбору секций для обогрева бетона КДБС

1. Определить требуемый перепад температур по формуле

$$\Delta T = T_6 - T_{o.c.}, \text{ где}$$

$T_6$  – требуемая температура поддержания бетона, °С;

$T_{o.c.}$  – температура окружающей среды, °С.

---

Пример.

Требуемая температура поддержания бетона  $T_6 = 40^\circ\text{C}$ ;

Температура окружающей среды  $T_{o.c.} = -10^\circ\text{C}$ ;

Перепад температур  $\Delta T = 40 - (-10) = 50^\circ\text{C}$ .

---

2. Определить суммарное термическое сопротивление по формуле

$$R = \frac{\delta_o}{\lambda_o} + \frac{\delta_T}{\lambda_T} + \frac{1}{11,7+7\cdot\sqrt{u}}, \text{ где}$$

$\delta_o$  – толщина опалубки, м;

$\delta_T$  – толщина теплоизоляции, м;

$\lambda_o$  – коэффициент теплопроводности опалубки, Вт/м·К;

$\lambda_T$  – коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/м·К;

$u$  – скорость ветра, м/с.

Ориентировочные значения коэффициентов теплопроводности применяемых материалов:

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К
Сталь	45
Дерево (доски, фанера и т.п.)	0,13
Минераловатная теплоизоляция	0,085
Вспененная теплоизоляция (ППУ, К-Flex и т.п.)	0,04

---

Пример.

Материал опалубки – фанера.

Толщина опалубки  $\delta_o = 21 \text{ мм} = 0,021 \text{ м}$ ;

Коэффициент теплопроводности опалубки  $\lambda_o = 0,13 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;

Материал теплоизоляции – минераловатные плиты.

Толщина теплоизоляции  $\delta_T = 80 \text{ мм} = 0,08 \text{ м}$ ;

Коэффициент теплопроводности теплоизоляции  $\lambda_T = 0,085 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;

Скорость ветра  $u = 7 \text{ м/с}$ .

$$\text{Суммарное термическое сопротивление } R = \frac{0,021}{0,13} + \frac{0,08}{0,085} + \frac{1}{11,7+7\cdot\sqrt{7}} = 1,14 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

---

3. Определить с помощью графика 1 или 2 поверхностную мощность обогрева, требуемую для поддержания заданной температуры бетона

График 1. Зависимость требуемой мощности обогрева от требуемого перепада температур  $\Delta T$  при  $R \leq 1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .

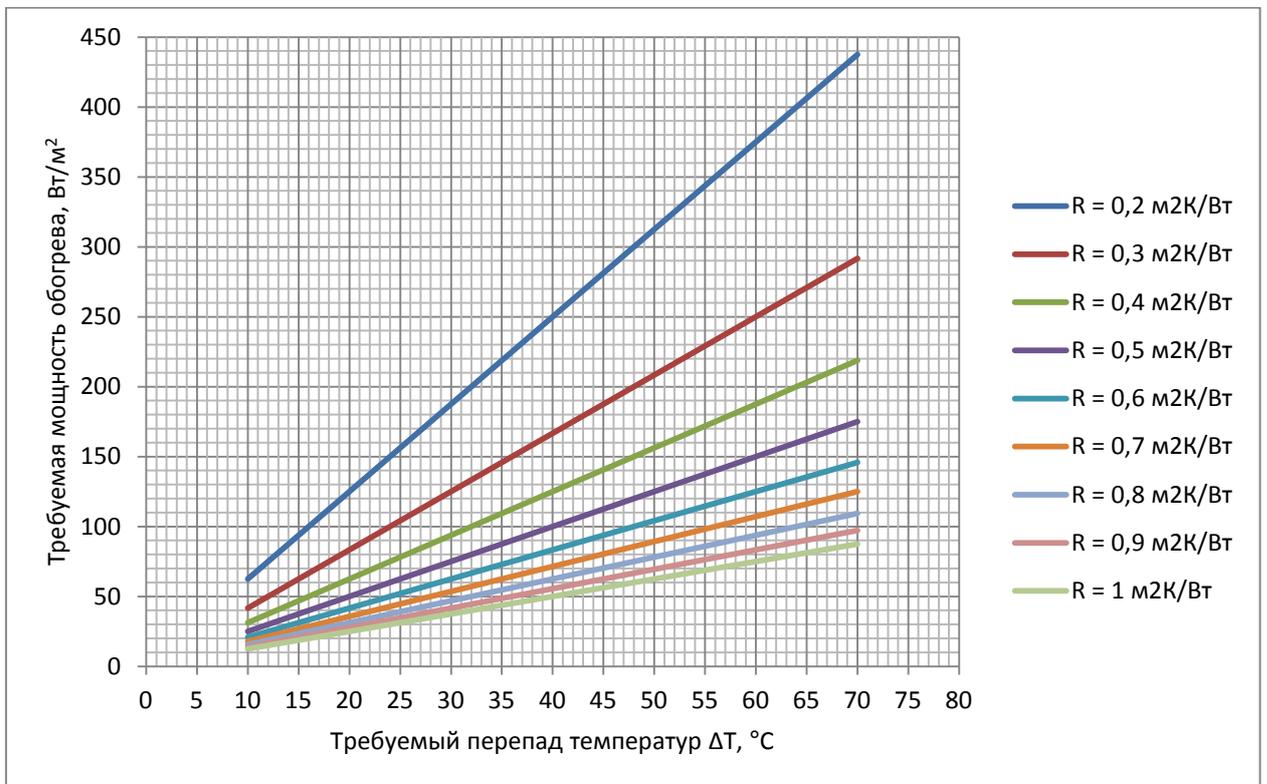
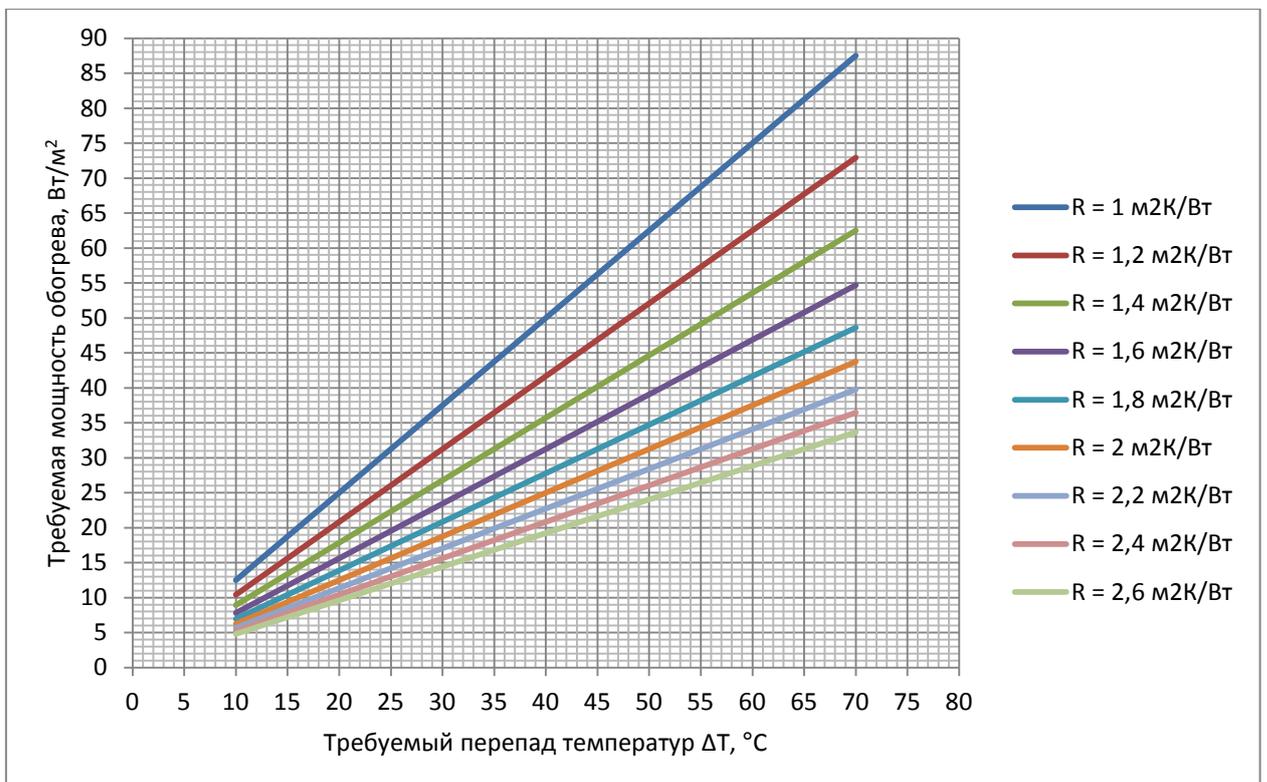


График 2. Зависимость требуемой мощности обогрева от требуемого перепада температур  $\Delta T$  при  $R \geq 1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .



---

Пример.

Перепад температур  $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ ;

Суммарное термическое сопротивление  $R = 1,14 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ ;

Требуемая мощность обогрева  $P = 55 \text{ Вт/м}^2$ ;

---

4. Определить мощность, требуемую для разогрева бетона до требуемой температуры по формуле

$$P_p = \frac{c \cdot m \cdot 1,1 \cdot (T_6 - T_0)}{\tau}, \text{ где}$$

$c$  – теплоемкость бетона,  $\approx 840 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$ ;

$m$  – масса бетона, кг;

коэффициент 1,1 позволяет не учитывать в расчете массу и теплоемкость опалубки и теплоизоляцию, разогрев которых в процессе разогрева бетона неизбежен;

$T_6$  – требуемая температура поддержания бетона,  $^\circ\text{C}$ ;

$T_0$  – начальная температура бетона в момент включения обогрева,  $^\circ\text{C}$ ;

$\tau$  – требуемое время разогрева, с.

---

Пример.

Обогреву подлежит стена шириной 6 м, высотой 3 м и толщиной 0,5 м.

Площадь обогреваемой поверхности  $S = 6 \cdot 3 \cdot 2 = 36 \text{ м}^2$  (рассчитывается площадь двух сторон стены без учета торцов);

Требуемое время разогрева до  $40^\circ\text{C}$   $\tau = 20 \text{ часов} = 72000 \text{ с}$ ;

Масса конструкции при плотности смеси  $2000 \text{ кг/м}^3$   $m = 18000 \text{ кг}$ ;

Теплоемкость бетона  $c = 840 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$ ;

Начальная температура бетона  $T_0 = 10^\circ\text{C}$ ;

Требуемая мощность разогрева  $P_p = \frac{840 \cdot 18000 \cdot 1,1 \cdot (40 - 10)}{72000} = 6930 \text{ Вт}$ .

---

Примечание.

При разогреве бетонной смеси скорость нагрева не должна превышать  $6^\circ\text{C/час}$ .

Следует принимать во внимание, что скорость разогрева смеси постепенно снижается. Скорость разогрева смеси в первые часы разогрева может превышать среднюю скорость в 1,5 – 2 раза.

Пример.

Требуется разогрев смеси от  $10^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$  за 24 часа.

Средняя скорость разогрева составляет  $\frac{(40-10)}{24} = 1,25^\circ\text{C/час}$ .

В первые часы после включения системы обогрева скорость разогрева смеси составит 2 – 2,5 $^\circ\text{C/час}$ .

---

5. Определить требуемое количество кабеля по формуле

$$L = \frac{P \cdot S + P_p}{p_k}, \text{ где}$$

$P$  – мощность, требуемая для поддержания рабочей температуры,  $\text{Вт/м}^2$ ;

$p_k$  – линейная мощность нагревательного кабеля,  $40 \text{ Вт/м}$ ;

$P_p$  – мощность, требуемая для разогрева,  $\text{Вт}$ ;

$S$  – площадь обогреваемого бетона,  $\text{м}^2$ .

Номенклатура секций КДБС:

Наименование секции	Длина нагр. части, м	Стартовая мощность секции, Вт	Номинальная мощность секции, Вт
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-10	10	440	400
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-20	20	910	800
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-53	53	2250	2120
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-82	82	4080	3280
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-100	100	5120	4000
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-150	150	7680	6000

Пример.

Обогреву подлежит стена шириной 6 м и высотой 3 м.

Площадь обогреваемой поверхности  $S = 6 \cdot 3 \cdot 2 = 36 \text{ м}^2$  (рассчитывается площадь двух сторон стены без учета торцов);

Мощность, требуемая для поддержания рабочей температуры,  $P = 55 \text{ Вт/м}^2$ ;

Линейная мощность кабеля  $p_k = 40 \text{ Вт/м}$ ;

Мощность, требуемая для разогрева,  $P_p = 55 \text{ Вт/м}^2$ ;

Требуемое количество кабеля  $L = \frac{55 \cdot 36 + 6930}{40} = 223$  метра.

Обогрев возможно реализовать применением двух секций: секции 40КДБС-150 длиной 150 м и мощностью 6000 Вт и секции 40КДБС-100 длиной 100 м и мощностью 4000 Вт.

При объеме конструкции  $9 \text{ м}^3$  объемная мощность составит  $1,1 \text{ кВт/м}^3$ .

## Краткие рекомендации по монтажу секций для обогрева бетона КДБС

1. Требуемая длина кабеля и требуемое количество нагревательных секций определяется согласно «Инструкции по подбору секций для обогрева бетона КДБС».
2. Вся длина кабеля должна быть равномерно разложена по обогреваемой поверхности.
3. Кабель раскладывается в массе смеси на глубине 10 – 20 см от поверхности.
4. Самопересечение кабеля и его сближение более чем на 7 см не допускается.
5. В местах стыка с нетеплоизолированными поверхностями требуется укладка дополнительной нагревательной секции с собственной системой управления.
6. Недопустимо использовать одну и ту же нагревательную секцию для обогрева двух и более объектов с различными условиями теплоотдачи.